

# ILLUMINATION INSTRUMENT FOR INSPECTION

**Publication number:** JP2088947 (A)

**Publication date:** 1990-03-29

**Inventor(s):** SHIRAKAWA ISAO; KUBOTA TAKESHI; MATSUDA MORIHIRO; TAKAGI YUZO

**Applicant(s):** TOYOTA CENTRAL RES & DEV; TOYOTA AUTO BODY CO LTD

**Classification:**

- international: **G01N21/84; G01N21/88; G01N21/84; G01N21/88; (IPC1-7): G01N21/84; G01N21/88**

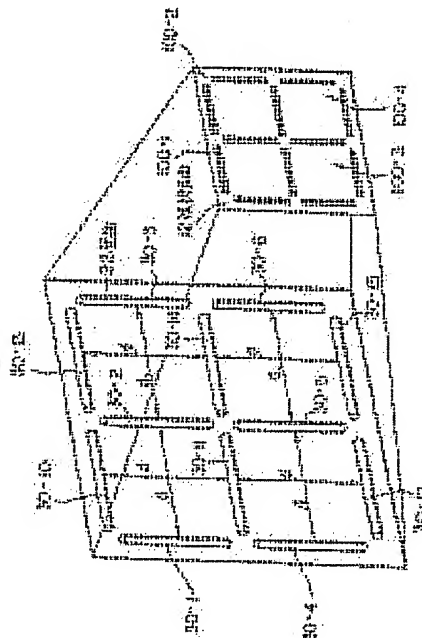
- European: **G01N21/88B**

**Application number:** JP19880241676 19880927

**Priority number(s):** JP19880241676 19880927

## Abstract of JP 2088947 (A)

**PURPOSE:** To accurately perform a detection of the defect of a surface to be inspected, especially, the detection of a metal unevenness on the coated surface without causing the eye fatigue of an inspector by arranging plural linear light sources in a square shape and projecting a linear light source image of a square pattern on the surface to be inspected. **CONSTITUTION:** Plural linear light sources 30 are arranged on a wall surface 22 and a linear light source image 100 in a square shape, as a whole, is projected on a surface to be inspected 12. In case a inspecting area in the horizontal or the vertical direction is widened, the plural line light sources 30 arranged in the square shape may be continued in the horizontal or vertical direction. In this way, linear light source images 100-1, 100-2 - 100-4 in a square shape, are projected on the surface to be inspected 12. By this method, a luminance contrast of the metal unevenness is enhanced exceedingly, the defect existing on the surface to be inspected 12, especially the coating defect existing on the coated surface, such as the metal unevenness, is accurately detected without causing the eye fatigue of the inspector.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-88947

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)3月29日

G 01 N 21/84  
21/88

E  
Z 6611-2G  
6611-2G

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑮ 発明の名称 検査用照明装置

⑯ 特 願 昭63-241676

⑰ 出 願 昭63(1988)9月27日

⑱ 発 明 者 白 川 勲 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会  
社豊田中央研究所内  
⑱ 発 明 者 久 保 田 毅 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会  
社豊田中央研究所内  
⑱ 発 明 者 松 田 守 弘 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会  
社豊田中央研究所内  
⑲ 出 願 人 株式会社豊田中央研究 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1  
所  
⑲ 出 願 人 トヨタ車体株式会社 愛知県刈谷市一里山町金山100番地  
⑳ 代 理 人 弁理士 布施 行夫 外1名  
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

検査用照明装置

2. 特許請求の範囲

(1) 線光源から被検査面に線光源像を投影して  
欠陥を検出する装置において、

複数の線光源を正形状に配置し、被検査面上  
に口の字パターンの線光源像を投影することを特  
徴とする検査用照明装置。

(2) 特許請求の範囲(1)記載の装置において、  
前記線光源は、

被検査面上に線光源の直接像を投影する第1の  
光源と、

前記第1の光源と相対向するように設けられ、  
第1の光源からの光を反射し被検査面上に線光源  
の間接像を投影する第2の光源と、

を含むことを特徴とする検査用照明装置。

(3) 特許請求の範囲(1)、(2)のいずれか  
に記載の装置において、

複数の線光源をマトリクス状に配置し、被検査

面上に口の字パターンの線光源像がマトリクス状  
に投影されるよう形成されたことを特徴とする検  
査用照明装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は検査用照明装置、特に被検査面上に線  
光源像を投影し、その輝度コントラストを利用し  
て被検査面の欠陥を検出する検査用照明装置の改  
良に関する。

[従来の技術]

従来より、被検査面上に複数列の線光源像を投  
影する検査用照明装置が周知であり、この装置は、  
被検査面上の輝度コントラストや線光源像の乱れ  
を利用して欠陥を検査することができることから、  
例えば自動車ボディの塗装面の欠陥検査および  
その他の用途に幅広く用いられている。

第8図には、自動車10の塗装面の欠陥検査を  
行う従来装置の一例が示されており、同図(A)

はその正面図、同図(B)はその側面図である。

この従来装置は、検査ブース20が門型構造物として形成されている。この検査ブース20の内面には、棒状の線光源30を用いて形成された複数の線光源30が、自動車10の進行方向と直交するよう、複数列にわたって垂直配列されている。

そして、自動車ボディーの塗装面の検査は、線光源30が多数配列された検査ブース20内を低速で自動車10を通過させ、その塗装面に線光源像を映し込み、ブツやハジキなどの塗装表面の欠陥を目視することにより行っている。

ところで、このようなブツやハジキ等の表面欠陥は、非常に小さな欠陥である。従って、このような表面欠陥は、塗装表面に映る線光源像内またはその間近にある場合に非常に見つけ易い。

このため、従来の検査用照明装置は、第8図に示すように、線光源30を非常に狭い間隔で多数列にわたって配置し、自動車10の塗装面上に多数の線光源像が狭い間隔で投影されるように形成されている。

面反射のために全く見えなくなってしまう。

しかし、従来の装置は、第8図に示すように線光源30を狭い間隔で複数列にわたって配列し、塗装面に複数列の線光源像を極めて狭い間隔で映し込んでいる。従って、この線光源像は、メタルムラの検出の際に大きなノイズとなって作用してしまい、メタリック塗装車のメタルムラを正確に検出することができないという問題があった。

更に、従来の検査用照明装置は、多数の線光源30を極めて狭い間隔で配列しているため、塗装面が明るすぎて検査員の目が疲れ易いという問題があった。

#### 〔発明の目的〕

本発明は、このような従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、前述した問題点を解決し、被検査面の欠陥、特に塗装面のメタルムラの検出を検査員の目の疲労を招くことなく正確に行うことができる検査用照明装置を提供することにある。

このようにすることにより、塗装面表面に存在するブツやハジキなどの表面欠陥を目視により正確に検出することができる。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、自動車10の塗装欠陥には、前述したブツやハジキ等の表面欠陥の他にメタルムラと呼ばれる塗装内部の欠陥がある。

すなわち、メタリック塗装車では、塗膜中にメタル片が混入されており、このメタル片は、塗装条件によっては塗装面に対して平行に配列する場合と、部分的な乱れを生じてランダムに配列する場合とがある。

従って、このような塗装面をある方向からみると、明るく見える部分と、やや暗く見える部分とが生じてしまう場合がある。これがメタルムラと呼ばれる塗装欠陥である。

このメタルムラによる明るきの差はごく僅かなので非常に見つけ難い。特に、このメタルムラは、塗装表面に映る線光源像と重なってしまうと、表

#### 〔問題点を解決するための手段〕

前記目的を達成するため、本発明は、線光源から被検査面に線光源像を投影して欠陥を検出する装置において、

複数の線光源を正形状に配置し、被検査面上に口の字パターンの線光源像を投影するよう形成したことを特徴とする。

ここにおいて、前記線光源は、

被検査面上に線光源の直接像を投影する第1の光源と、

前記第1の光源と相対向するように設けられ、第1の光源からの光を反射し被検査面上に線光源の間接像を投影する第2の光源と、

を含むよう形成することが好ましい。

また、被検査面が大きい場合には、複数の線光源をマトリクス状に配置し、被検査面上に口の字パターンの線光源像がマトリクス状に投影されるよう形成することが好ましい。

#### 〔作用〕

第1図には、本発明の検査用照明装置の原理図が示されている。

この検査用照明装置は、壁面22に、複数の線光源30が正形状に配置され、被検査面12上に、全体として口の字形状した線光源像100を投影している。

ここにおいて、横方向の検査面積が広がる場合には、同図に示すように、正形状に配置された複数の線光源30を、横方向に連続させればよく、また縦方向の検査面積を広くとる場合には、正形状に配置された線光源30を縦方向に連続させればよい。また、検査面積を縦方向にも横方向にも広くとる場合には、同図に示すように、複数の線光源30を、マトリクス状に配置し、検査面12上に口の字形状した線光源像100がマトリクス状に投影されるようにすればよい。

同図においては、複数の線光源像100-1、100-2、100-3、100-4が田の字形状を形成するよう、線光源30がマトリクス配置されている。

源像を円柱状に描いているが、実際の線光源像は細長い平面となる。

同図(A)は、従来装置を用いて、被検査面12上に2本の線光源像(蛍光灯像)110、120を平行に投影した場合に、この2本の線光源像110、120によって囲まれた領域に存在するメタルムラの輝度コントラストを模擬的に表わしている。

ここにおいて、メタルムラの輝度コントラストは、線光源像110の間近の長手方向AおよびBを結ぶ線上が最も高く、他方の線光源像120に向ってしだいに低下する。同様に、このメタルムラの輝度コントラストは、線光源像120の間近の長手方向C、Dを結ぶ線上が最も高く他方の線光源像110に向ってしだいに低下する。

すなわち、このメタルムラは、AおよびCの中間点Eと、BおよびDの中間点Fとを結ぶ線上が最も低いコントラストとなり、このメタルムラの輝度コントラストを模擬的に表わすとV字型となることが理解される。

すなわち、本実施例の装置には、30-1、30-4の垂直方向線光源列と、30-2、30-5の垂直方向線光源列と、30-3、30-6の垂直方向線光源列とが所定間隔dで平行に配置され、さらに30-10、30-13の水平方向線光源列と、30-11、30-14の水平方向線光源列と、30-12、30-15の水平方向線光源列が同様に所定間隔dで平行に配置されている。

このように、複数の線光源30を田の字型に配置することにより、これら線光源30から被検査面12上に田の字形状した線光源像100-1、100-2~100-4が投影されることになる。

#### メタルムラの輝度コントラスト

第2図には、メタルムラが存在する被検査面12に向け、従来装置と本発明の装置とを用い線光源像を投影し、このとき得られるメタルムラの輝度コントラストが模擬的に示されている。同図においては、理解を容易なものとするため、各線光

これに対し、本発明の装置を用いた場合には、被検査面12上に第2図(B)に示すように、口の字形状をした線光源像100が投影される。ここにおいて、この口の字形状をした線光源像100は、その各辺を構成する4本の線光源像110、120、130、140からなる。そして、各線光源像110、120、130、140により口の字形状に囲まれた領域のメタルムラの輝度コントラストは、線光源像110の間近の長手方向G、Hを結ぶ線上が高く、中心部Kに向って低下する。同様に、このメタルムラ輝度コントラストは、各線光源像120、130、140の間近の長手方向を結ぶ線上が高く、やはり中心部Kに向って低下する。

このように、被検査面12上に線光源像110、120、130、140を口の字形状に投影することにより、この口の字形状で含まれた領域におけるメタルムラ輝度コントラストは、すり鉢状に低下していき、G'-J'と、H'-I'の対角線を結ぶ交点Kが一番低い値となる。

以上説明したように、従来の検査用照明装置を用いた場合には、第2図(A)に示すように、メタルムラの輝度コントラストはほぼV字型となり、線光源像110および120の中間点を結ぶ線上E-Fで輝度コントラストが最低となる。

従って、この線光源像110および120の中間領域にメタルムラが存在すると、このメタルムラの輝度コントラストが極めて小さく、目視検査による発見は極めて難しいものとなる。

これに対し、本発明の検査用照明装置では、第2図(B)に示すように、線光源像110、120、130、140で囲まれた領域内において、Kの一点だけが最低の輝度コントラストとなり、第2図(A)の場合に比べ最低の輝度コントラストとなる領域は極めて狭いものとなる。従って、線光源像110、120、130、140内のどの領域にメタルムラが存在しても、従来装置に比べメタルムラの輝度コントラストが極めて高いものとなり、目視検査によるメタルムラの検出を十分高い精度で行うことが可能となる。

の明るく見える部分の塗面輝度は10.4 f t - Lであり、暗く見える部分の塗面輝度は9.8 f t - Lであった。

輝度コントラストは、次式で与えられるため、従来装置のような照明ではメタルムラの輝度コントラストは4%であった。

$$\text{輝度コントラスト} = \frac{\text{塗面明部輝度} - \text{塗面暗部輝度}}{\text{塗面明部輝度} + \text{塗面暗部輝度}} \times 100 \quad (\%)$$

… (1)

なお、前記 f t - L は、f o o t - L a m b e r t の略であり、

$$1(\text{f t} - \text{L}) \times 3.43 = 3.43 \text{ Cd} / \text{m}^2$$

である。

これに対し、第3図(B)のような構成をもつ本発明の検査用照明装置を用いると、メタルムラの明るく見える部分の塗面輝度は18.3 f t - Lであり、暗く見える部分の塗面輝度は1.5 f t - L

#### 実験結果

次に従来装置、本発明の装置を用いて被検査面12上に存在するメタルムラの検査を行った場合の実験結果を説明する。

この実験では、線光源30として棒状の蛍光灯を用いた。また、相対する線光源30、30の間隔は約120 cmに設定した。そして、線光源と、被検査面との距離を1.5 mに設定した。

このような条件においてメタルムラの検出を正確に行うための官能評価によれば、メタルムラの輝度コントラストは約4%以上必要であり、この輝度コントラストが高くなればなるほどメタルムラを正確に検出できることが確認されている。

このような条件の下で、第3図に示すような位置に存在するメタルムラ200に対し、従来装置、本発明の装置を用いて被検査面12上に線光源像を投影し、このメタルムラ輝度コントラストの測定を行った。

まず、第3図(A)に示すように、従来の検査用照明装置を用いた場合には、メタルムラ200

である。従って、前記(1)式からメタルムラ200の輝度コントラストは約8%となる。

以上説明したように、この実験結果からみても、本発明の検査用照明装置を用いれば、従来装置に比べメタルムラ200の輝度コントラストが約2倍となり、被検査面12上に存在するメタルムラ200を従来装置に比べ極めて正確に検出可能であることが理解されよう。

また、本実施例によれば、相対向する線光源間の距離をある程度離しても、被検査面上に存在するメタルムラを正確に検出することができる。従って、従来装置のように被検査面上に狭い間隔で多数の線光源像が映し出されることがないため、検査員の目の疲労が大幅に小さくなり、この面からも塗装欠陥の検査を効率よく行うことが可能となる。

#### [発明の効果]

以上説明したように、本発明によれば、被検査面上に存在する欠陥、特に塗装面に存在するメタ

ルムラのような塗装欠陥を、検査員の目の疲労を招くことなく正確に行うことが可能となる。

#### 〔実施例〕

次に本発明の好適な実施例を図面に基づき説明する。

#### 第1実施例

第4図には自動車のボディー塗装面の検査工程、特にメタルムラの検査工程に用いられる本発明の検査用照明装置の好適な第1実施例が示されている。

実施例の検査用照明装置は、検査ブースの内側に、水平方向に向けた3本の取付けフレーム40-1、40-2、40-3を一定間隔をおいて平行に取付け固定している。

そして、各取付けフレーム40-1、40-2、40-3には、複数組の相対向する水平方向ランプソケット32が連続して設けられ、これらランプソケット32間に線光源像として棒状の40W

蛍光灯34が取付けられている。

同様にして、取付けフレーム40-1、40-2、40-3の間には、複数組の相対向する垂直方向ランプソケット36が設けられており、各ランプソケット36の間には線光源として棒状の40W蛍光灯38が取付けられている。

このようにして、実施例の検査用照明装置は、上下2段にわたって蛍光灯34、38をマトリクス状に配置している。従って、検査ブース内を通過する自動車のボディー塗装面には口の字形状の線光源像がマトリクス状に投影されることになり、塗装面の表面欠陥、特にメタルムラを確実に検査することができる。

なお、実施例においては、相対向する蛍光灯34、34の間隔は125cm程度に設定されており、同様に相対向する蛍光灯38、38間の間隔も約125cm程度に設定されている。

また、実施例の検査用照明装置では、水平方向蛍光灯34と垂直方向蛍光灯38とで囲まれた口の字型の検査エリア内に背景物があると、この背

景物が検査対象となる塗装面に写り込みこれらがノイズとなってメタルムラの微妙な濃淡を見つけ難くなる。

このため、実施例の検査用照明装置では、水平方向蛍光灯34および垂直方向蛍光灯38で囲まれた部分に背景物がこないよう、この部分を無地にしてある。

第5図には、自動車10のボディー塗装面14に投影された線光源像100をITVカメラ50で撮影してモニタ60、62、64、66で観察し、塗装欠陥、特にメタルムラを検出するように示されている。

ここにおいて、ITVカメラ50の感度およびモニタ60、62、64、66のコントラスト等は、メタルムラの明暗が高くなるように最適な条件で設定してある。この状態において、塗装が完了した自動車10が矢印に沿って検査ブース内を移動してくると、生産タクトに従って、ITVカメラ50は、自動車10の側面(ボディー塗装面)14を分割して撮影記録する。

すなわち、自動車10がある所定位置まで入ってくると、ITVカメラ50は、予め決められた被検査面を撮影し、モニタ60に映し出す。次に、自動車10がある位置まで移動したとき、再びITVカメラ50は、予め決められた次の被検査面を撮影し、モニタ62に映し出す。このように、ITVカメラ50は、自動車10の動きに合わせて自動車10のボディー塗装面を撮影し、モニタ60、62、64、66上に映し出していく。

そして、検査員は、このようにしてモニタ60、62、64、66に映された各検査面を観察し、メタルムラの合否を判断する。このとき、前述したように、ITVカメラ50およびモニタ60～66は、メタルムラがある場合にメタルムラの明暗が高くなるように設定している。このため、検査員がボディー塗装面14の被検査面を直接見るより、メタルムラが鮮明になるため、メタルムラをより確実に検出することができる。

このようにして、本実施例によれば、従来見つけ難いとされてきたメタルムラを容易に見出す

ことができ、しかもメタルムラの検出に対し、検査員の目の疲労を大幅に少なくすることが可能となる。

## 第2実施例

第6図には、本発明の検査用照明装置の好適な第2実施例が示されており、本実施例の特徴は、線光源の一部を反射鏡を用いて形成し、電力費の節減を図ることにある。

本実施例においては、第1の光源として、垂直方向蛍光灯38、38と水平方向蛍光灯34、34とがほぼ十字型に取り付けられている。

また、水平方向蛍光灯34、34の両側には、第2の光源として、この水平方向蛍光灯34、34からの光を被検査面に向け反射する第1の反射鏡70が取付けられている。

同様に、垂直方向蛍光灯38、38の両側にも、第2の光源として、これら各蛍光灯38、38からの光を被検査面に向け反射する第2の反射鏡72が取付けられている。

そして、支持台82の下部の回転軸84bは取付けフレーム90の取付け穴に回転自在に挿入され、また上部の回転軸84aは、他方のフレーム90にネジ止め固定されたリング92内に回転自在に挿入されている。

そして、回転軸84を中心とした反射板82の回転は、リング92の回転固定ネジ94を締つけることにより固定される。

従って、実施例の検査用照明装置がブース内に設置されたときや、また被検査面に対する観察角度を変えるときには、この回転固定ネジ94を緩めて反射鏡82の回転角を調整し、被検査面上に最適な角度で線光源像を投影することができる。

なお、本発明は前記各実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で各種の変形実施が可能である。

例えば、前記実施例においては、自動車のボディ塗装面の検査を行う場合を例にとり説明したが、本発明はこれに限らずこれ以外に各種の被検査面の検査に用いることが可能である。

このようにして、本実施例の装置は、蛍光灯34、38および反射鏡72、70が田の字形状に配置されているため、被検査面上には蛍光灯像が田の字型に投影されることになる。

特に、本実施例によれば、蛍光灯38からの光は、その両側にある反射鏡72、72により反射され、被検査面上に3本の蛍光灯像が投影され、また蛍光灯34からの光はその両側にある反射鏡70、70により反射され被検査面上に3本の蛍光灯像が投影される。従って、実施例の装置は4本の蛍光灯34、34、38、38を用いて合計12本の線光源像を被検査面上に投影することができ、前記第1実施例に比べその消費電力を大幅に節減することができる。

第7図には、前記各反射鏡70、72の取付け構造の一例が示されている。

これら各反射鏡70、72は、反射鏡支持台80に反射鏡82が取付けられており、この支持台80の上下両側には回転軸84aおよび84bが設けられている。

また、前記実施例においては、線光源として棒状の蛍光ランプを用いた場合を例にとり説明したが、本発明はこれに限らず必要に応じて他の種類の線光源を用いてもよい。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る検査用照明装置の好適な原理説明図、

第2図は被検査面上におけるメタルムラの輝度コントラストの説明図であり、同図(A)は従来装置を用いた時の輝度コントラストの説明図、同図(B)は本発明を用いたときの輝度のコントラストの説明図、

第3図は被検査面上に存在するメタルムラと線光源像との関係を示す説明図であり、同図(A)は従来装置を用いた場合の説明図、同図(B)は本発明の装置を用いた場合の説明図、

第4図は本発明に係る検査用照明装置の好適な第1実施例の説明図、

第5図はI T Vカメラを用いて被検査面上に投

影された線光源像を撮影し、メタルムラを検出する装置の一例を示す説明図、

第6図は本発明の好適な第2実施例の説明図、

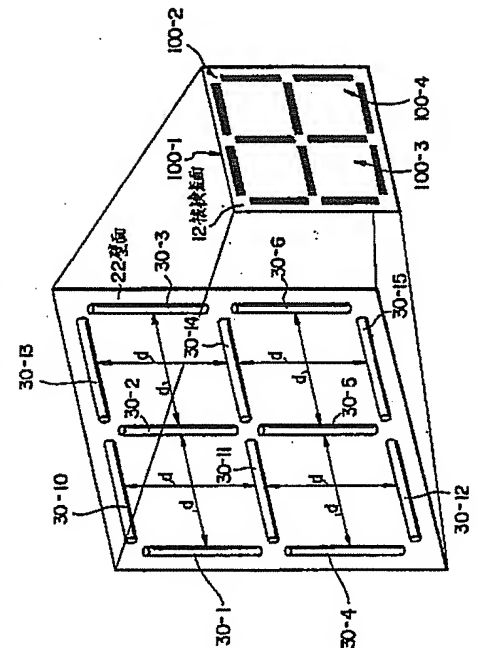
第7図は第6図に示す反射鏡の取付け構造の説明図であり、同図(A)はその側面説明図、同図(B)はその正面説明図、同図(C)その取付け機構に用いられる取付けリングの平面説明図、

第8図は従来の検査用照明装置の一例を示す説明図であり、同図(A)はその正面説明図、同図(B)側面説明図である。

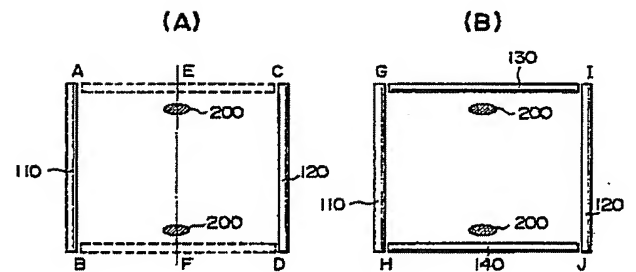
- 12 … 被検査面
- 30 … 線光源
- 34 … 蛍光ランプ
- 38 … 蛍光ランプ
- 110, 120, 130, 140 … 線光源像
- 200 … メタルムラ

代理人 弁理士 布施 行 夫 (ほか1名)

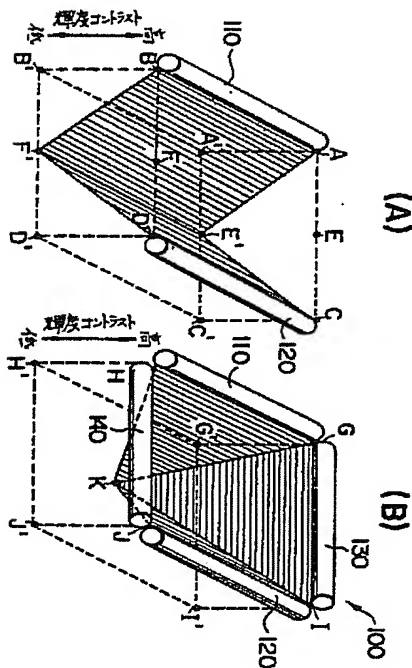
第1図



第3図

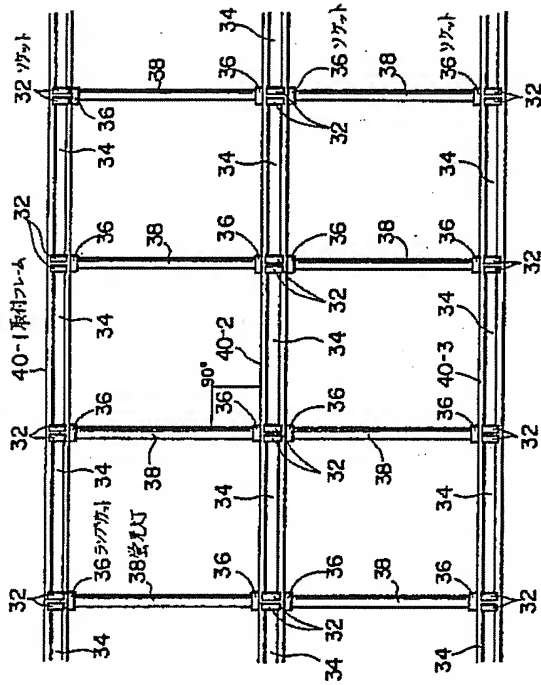


第2図

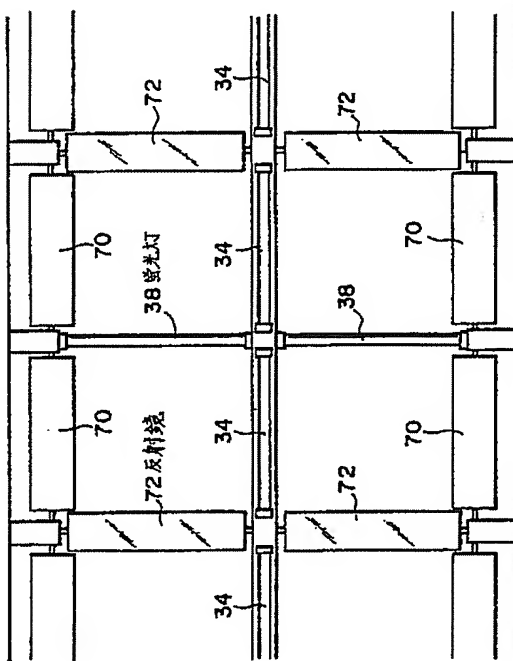




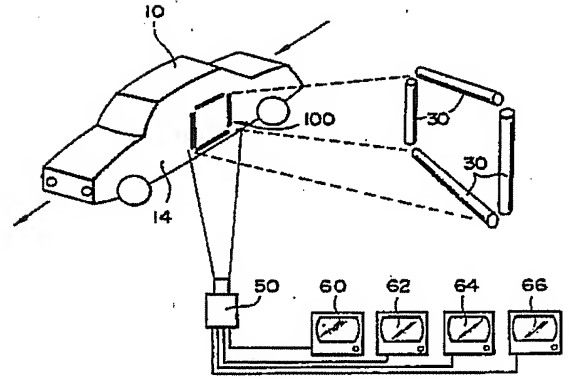
第 4 図



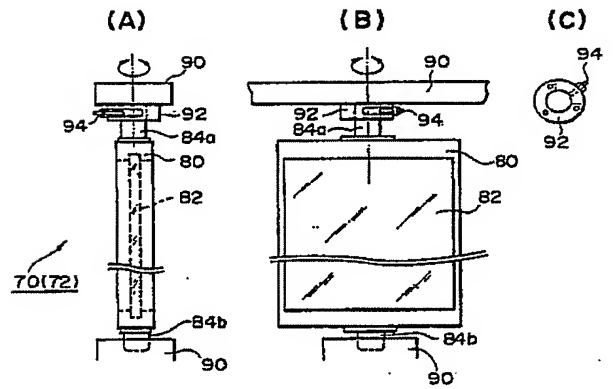
第 6 図



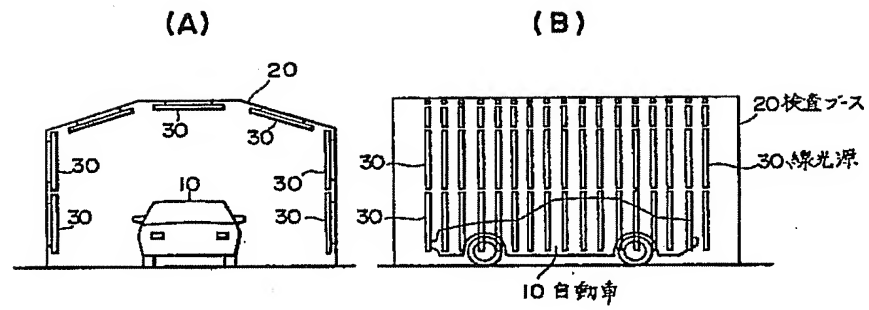
第 5 図



第 7 図



第 8 図



第 1 頁の続き

⑫ 発 明 者 高 木 雄 三 愛知県刈谷市一里山町金山100番地 トヨタ車体株式会社  
内